第46卷 第11期
2023年11月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 46 No. 11
Nov. 2023

石羊河流域荒漠区植被类型、分布和数量特征

郭方君[1,2]， 马全林[1,3]， 张锦春[2]， 李得禄[2]， 袁宏波[2]，
陈 芳[2]， 魏林源[2]， 张德魁[2]

（1. 甘肃农业大学林学院，甘肃 兰州 730070；2. 甘肃省治沙研究所荒漠化与风沙灾害防治国家重点实验室培育基地，甘肃 兰州 730070；3. 甘肃省林业科学研究院，甘肃 兰州 730020）

摘 要：石羊河流域荒漠区植被在遏制巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠的合拢及保障区域绿洲生态安全方面发挥着极其重要的作用。为全面掌握石羊河流域荒漠区植被类型、分布及其生存现状，在解译卫片影像基础上，开展了多年实地调查，划分了荒漠植被类型，绘制了植被分布图，分析了典型荒漠植被群落的数量特征，为石羊河流域荒漠植被及其物种多样性保护利用提供依据。结果表明：(1) 石羊河流域荒漠区植被类型较多，有4个植被型组、6个植被型、7个植被亚型、40个植被群系，具有典型的荒漠和草原化荒漠特征。荒漠区植被在流域内的空间分布差异明显，东部流沙分布较广，植被类型较为单一；北部戈壁与沙漠交错分布，植被类型及物种组成相对丰富。(2) 石羊河流域荒漠区植被物种组成较为丰富，有57科255属486种，以温带荒漠植物为主，多年生草本、一年生草本和灌木分别占总物种数的49.59%、25.31%和18.93%，乔木、寄生草本和水生植物数量较少。石羊河流域荒漠区植被层片结构简单，群落建群种常为灌木和半灌木。(3) 石羊河流域典型植物群落优势种的数量特征差异明显，从物种丰富度来看，石羊河流域荒漠区典型植物群落的物种丰富度介于2.1~16.3之间，平均物种数7.6种，以红砂+泡泡刺（*Reaumuria songarica*+*Nitraria sphaerocarpa*）群落物种最为丰富，为16.3种；珍珠柴+泡泡刺+尖叶盐爪爪（*Caroxylon passerinum*+*Nitraria sphaerocarpa*+*Kalidium cuspidatum*）群落次之，为14.5种；而白刺（*Nitraria tangutorum*）群落、合头藜（*Sympegma regelii*）群落、盐爪爪（*Kalidium foliatum*）群落和黑沙蒿（*Artemisia ordosica*）群落物种数最少分别为2.7种、2.6种、2.1种、2.6种。综上所述，石羊河流域荒漠植被区类型多样，组成物种相对丰富，但群落盖度、物种丰富度和多样性指数较低，因此要加强荒漠植被及其脆弱生境的保护和修复，以维持荒漠生态系统的多样性、稳定性、持续性，充分发挥生态防护功能。

关 键 词：植被类型；群落分布；物种组成；物种多样性；石羊河流域

文章编号：1000－6060(2023)11－1848－10(1848～1857)

石羊河流域属于河西走廊三大内陆河之一，位于甘肃省河西走廊东部、祁连山北部地区，是北方防沙带的重要组成部分[1]。流域西北部为巴丹吉林沙漠，东部为腾格里沙漠，戈壁和沙漠交错分布，地势低凹处零星分布有盐湖、碱滩[2-3]。由于地处干旱内陆区域，石羊河流域中下游荒漠区自然环境恶劣，巴丹吉林和腾格里沙漠加速合拢，频繁的风沙活动对绿洲生产、生活构成了严重的威胁。荒漠区植被是保障石羊河流域生态安全的绿色屏障，掌握荒漠植被类型、分布和数量特征是保护荒漠生态系统的前提，对石羊河流域生态环境恢复与重建以及植物多样性保护具有重要的指导意义。

石羊河流域典型的区位代表性以及突出的生态退化问题使其成为我国生态保护研究的热点地区。在全面推进生物多样性保护的背景下，为了保护好石羊河流域的各类生态系统，国家布局建立了

收稿日期：2022-02-13； **修订日期：**2023-05-16
基金项目：甘肃省重点人才项目(2022RCXM039)；甘肃省草原生态修复治理科技支撑项目(LCJ20210028)；国家自然科学基金项目(32160410)；国家科技基础资源调查专项(2017FY100203)资助
作者简介：郭方君(1998-)，男，在读硕士，主要从事荒漠植物研究. E-mail: guofangjun9803@163.com
通讯作者：马全林(1974-)，男，博士，研究员，主要从事荒漠生态恢复研究. E-mail: mql925@126.com

以祁连山国家公园为主体的自然保护地8处。在流域内，开展了石羊河下游植物区系特征[4]、民勤连古城自然保护区物种多样性以及霸王（*Zygophyllum xanthoxylum*）等典型荒漠区植物群落结构和多样性的调查研究。但是，现有研究仅局限在小范围区域或单一植被，缺少在流域尺度上对荒漠区植被的系统调查和分类，流域内主要植被类型和分布范围以及典型群落物种组成等尚不清楚。本文基于石羊河流域遥感数据和实地植被调查，划分了荒漠区植被类型，绘制了荒漠区植被分布图，探讨了典型荒漠区植物群落数量特征和多样性，可为石羊河流域植被及其多样性保护提供基础数据，也为减缓腾格里和巴丹吉林两大沙漠合拢、保护绿洲生态安全、筑牢生态安全屏障的植被建设树种选择提供依据。

1　材料与方法

1.1　研究区概况

石羊河流域荒漠区属大陆性温带干旱气候[5]，干旱少雨、风沙严重、昼夜温差悬殊，年均降水量50~200 mm，年均蒸发量1300~2600 mm，年均气温约6~10 ℃。流域内部荒漠区、沼泽、湖泊、草滩、平原及山地交错分布的地带性土壤为灰棕漠土，风沙土是流域内荒漠区面积最大的土壤类型。荒漠区固定和半固定沙丘主要分布在绿洲边缘，其上植物主要有白刺（*Nitraria tangutorum*）、黑沙蒿（*Artemisia ordosica*）、霸王等；流动沙丘分布于绿洲外围，其上植物主要有沙蒿（*Artemisia desertorum*）、沙鞭（*Psammochloa villosa*）、细枝羊柴（*Corethrodendron scoparium*）、芦苇（*Phragmites australis*）等；戈壁面积大，其上主要植物有绵刺（*Potaninia mongolica*）、红砂（*Reaumuria songarica*）、珍珠柴（*Caroxylon passerinum*）、柠条锦鸡儿（*Caragana korshinskii*）、合头藜（*Sympegma regelii*）等。

1.2　研究方法

1.2.1　植被类型划分　以《中国植被》[6]中的植被分类系统为标准，参考《中国植被及其地理格局——中华人民共和国植被图集1:1000000说明书》[7]、《中国植被分类系统修订方案》[8]和《中国植被志》的植被分类系统、植被类型划分及编排体系[9]，以及《甘肃植被》[10]、《内蒙古植被》[11]、《甘肃草场植被与草地生态系统》[12]等对石羊河流域植被进行分类。

1.2.2　群落调查　基于解译的石羊河流域遥感影像以及中国植被图，于2018—2022年7—9月，对石羊河流域荒漠区植被进行调查研究。同时，选择优势种分布均匀的区域布设样地，样地面积100 m×100 m，在样地内四角和中心位置各布设一个面积为10 m×10 m的灌木样方，共5个；草本样方以九宫格的形式均匀布设在样地内，样方面积为1 m×1 m，共9个。灌木和草本样方确定后，对样方内灌木、草本类型及数量进行统计，每种植物选择3~5个标准株，测定其植株高度、冠幅、盖度。记录样地坐标、海拔、土壤状况、立地条件、地貌状况等信息[13]。选择白刺群落、黑果枸杞（*Lycium ruthenicum*）群落、内蒙古旱蒿（*Artemisia xerophytica*）群落、白刺+梭梭（*Nitraria tangutorum*+*Haloxylon ammodendron*）群落、红砂+刺旋花−中亚细柄茅（*Reaumuria songarica*+*Convolvulus tragacanthoides*−*Ptilagrostis pelliotii*）群落、珍珠柴+泡泡刺+红砂（*Caroxylon passerinum*+*Nitraria sphaerocarpa*+*Reaumuria songarica*）群落等25个典型植物群落（图1），分析其种群及群落的数量特征。

重要值采用相对高度+相对盖度+相对密度+相对频度的均值计算[14]。考虑一年生草本植物受降雨影响较大，且对群落的稳定贡献性较小，典型植物群落的重要值只考虑了灌木植物和多年生草本植物。物种多样性采用物种丰富度（*R*）、Shannon-Wiener多样性指数（*H*）、Simpson多样性指数（*D*）、

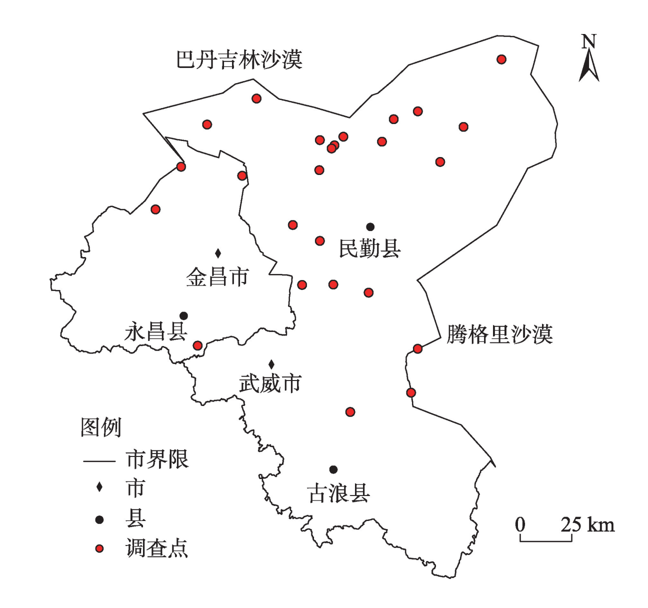


图1　石羊河流域荒漠区典型植物群落调查样地分布

Fig. 1　Distribution of typical plant community survey sample sites in the desert area of Shiyang River Basin

Pielou均匀度(J)、群落生态优势度(DI)、种间相遇率(PIE)进行评价。计算公式如下:

$$R=S \tag{1}$$

$$H=-\sum(P_i\times\ln P_i) \tag{2}$$

$$D=1-\sum P_i^2 \tag{3}$$

$$J=-\sum(P_i\times\ln P_i)/\ln S \tag{4}$$

$$\mathrm{DI}=\sum P_i^2 \tag{5}$$

$$\mathrm{PIE}=\Sigma[(N_i/N)(N-N_i)/(N-1)] \tag{6}$$

式中:S为样方中的物种数;N为样方内植物个体总数;N_i为物种i的个体数;P_i为物种i的个体数占总个体数的比例,$P_i=N_i/N$。

2 结果与分析

2.1 植被类型及分布

石羊河流域荒漠区植被类型可划分为4个植被型组、6个植被型、7个植被亚型、40个植被群系,其中灌丛有1个植被型、6个植被群系;草本植被有2个植被型、6个植被群系;荒漠有2个植被型、27个植被群系;沼泽与水生植被有1个植被型、1个植被群系(表1)。

石羊河流域荒漠区属于典型的干旱区,干旱少雨的气候决定了植被的荒漠特色。从植被分布来看,流域东西差异较大,东部多为流沙带,植被以黑沙蒿、沙蒿群落为主,分布面积最大的为黑沙蒿群落,其次为沙蒿、白刺群落;在盐碱滩和盐渍化沙地上分布有盐爪爪(*Kalidium foliatum*)群落。流域西部及北部包括东北部戈壁沙漠交错分布区及民勤绿洲区,植被类型较多,主要有柠条锦鸡儿群落、霸王(*Zygophyllum xanthoxylum*)群落、白刺群落、黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)群落、红砂群落、珍珠柴群落、梭梭群落、绵刺群落、泡泡刺群落、猫头刺(*Oxytropis aciphylla*)群落等,同样在盐碱滩和盐渍化沙地上分布有盐爪爪群落,而白刺群落呈环状分布在盐爪爪群落周围的沙地上,常形成固定或半固定的灌丛沙堆。流域西北部石质山区为红砂群落和合头藜群落,山前洪积扇为绵刺群落、珍珠柴群落。石质山坡上常散生蒙古扁桃(*Prunus mongolica*),呈低矮垫状。多年生草本植物芦苇和沙鞭在流域中均有分布,民勤县青土湖因人工补水芦苇沼泽面积不断扩大;在流域东部流动沙丘中,常形成以沙鞭+沙蒿为优势种的群落,在民勤县南湖一带零星分布有白麻;马蔺群落和芨芨草群落分布在流域北部和东北部的盐碱地上,呈片状分布(图2)。

2.2 荒漠植被的物种组成

经调查统计,组成石羊河流域荒漠区植被的天然种子植物有57科255属486种。其中,裸子植物有2科2属6种;被子植物有55科253属480种,被子植物占区系物种数的98.77%,在数量上占绝对优势。被子植物中双子叶植物有44科196属376种,占被子植物总数的78.33%;单子叶植物有11科57属104种,占21.67%。

根据《中国植被》的生活型分类系统,石羊河流域荒漠区植被组成植物分属3个一级生活型和8个二级生活型。生活型组成中草本植物占绝对优势,为总物种数的79.63%,其中多年生草本优势最为明显,占总物种数的49.59%;木本植物只占总物种数的13.17%,且以灌木植物组成最多,占总物种数的11.71%;而半木本植物较少,占总物种数的7.20%(表2)。

2.3 典型植物群落的数量特征

受干旱气候和生境条件的影响,石羊河流域荒漠区植被组成植物以温带荒漠植物为主,典型植物群落优势种的数量特征差异明显(表3)。种群密度以(黑沙蒿)-蒙古韭群落中的蒙古韭最多,达到92000.0 株·hm^{-2},泡泡刺+白刺群落中的白刺密度最小,仅为166.7 株·hm^{-2}。各群落及其优势种的盖度较低,中亚紫菀木群落盖度最高,达到47.2%;其次为红砂+刺旋花-中亚细柄茅群落(31.6%),其余均在20%以下。红砂+刺旋花-中亚细柄茅群落中的优势种红砂种群盖度最高,仅达到23.9%;其次为盐爪爪群落、黑沙蒿群落、中亚紫菀木群落、柠条锦鸡儿群落和白刺群落中的优势物种盐爪爪、黑沙蒿、中亚紫菀木、柠条锦鸡儿、白刺,种群盖度分别达到21.6%、21.3%、17.4%、14.6%和12.0%;其余群落优势种盖度均在10%以下。石羊河流域各典型植物群落中,多数为共优势种群落,单优势种群落较少。单优势种群落中,盐爪爪在群落的重要值最大,达到0.86;其次为黑沙蒿(0.80)。在各典型植物群落中,群落层片多由灌木、半灌木层片和多年生草本、一年生植物层片组成,也有部分群落仅由灌木层片和一年生草本植物组成,层片结构简单;一年生草本受季节降雨的影响较大,灌木植物常为群落的优势种。

表1 石羊河流域荒漠区植被类型

Tab. 1 Vegetation types in the desert area of Shiyang River Basin

植被型组	植被型	植被亚型	群系
灌丛	Ⅰ落叶阔叶灌丛	(一)温性落叶阔叶灌丛	1.柠条锦鸡儿灌丛(Form. *Caragana korshinskii*)
			2.荒漠锦鸡儿灌丛(Form. *Caragana roborovskyi*)
			3.蒙古扁桃灌丛(Form. *Prunus mongolica*)
			4.多枝柽柳灌丛(Form. *Tamarix ramosissima*)
			5.黑果枸杞灌丛(Form. *Lycium ruthenicum*)
			6.白刺灌丛(Form. *Nitraria tangutorum*)
草本植被(草地)	Ⅱ丛生草类草地	(二)丛生草类荒漠草原	7.戈壁针茅荒漠草原(Form. *Stipa tianschanica*)
			8.沙生针茅荒漠草原(Form. *Stipa caucasica*)
			9.短花针茅荒漠草原(Form. *Stipa breviflora*)
		(三)丛生草类盐生草甸	10.芨芨草草甸(Form. *Neotrinia splendens*)
	Ⅲ杂类草草地	(四)杂类草盐生草甸	11.马蔺草甸(Form. *Iris lactea*)
			12.苦豆子盐生草甸(Form. *Sophora alopecuroides*)
荒漠	Ⅳ半乔木与灌木荒漠	(五)温性灌木荒漠	13.膜果麻黄荒漠(Form. *Ephedra przewalskii*)
			14.霸王荒漠(Form. *Zygophyllum xanthoxylum*)
			15.霸王+驼绒藜荒漠 (Form. *Zygophyllum xanthoxylum*+*Krascheninnikovia ceratoides*)
			16.梭梭荒漠(Form. *Haloxylon ammodendron*)
			17.沙木蓼荒漠(Form. *Atraphaxis bracteata*)
			18.沙拐枣荒漠(Form. *Calligonum mongolicum*)
	Ⅴ半灌木与草本荒漠	(六)温性半灌木与草本荒漠	19.猫头刺荒漠(Form. *Oxytropis aciphylla*)
			20.泡泡刺荒漠(Form. *Nitraria sphaerocarpa*)
			21.驼绒藜荒漠(Form. *Krascheninnikovia ceratoides*)
			22.绵刺荒漠(Form. *Potaninia mongolica*)
			23.红砂荒漠(Form. *Reaumuria songarica*)
			24.珍珠柴荒漠(Form. *Caroxylon passerinum*)
			25.合头藜荒莫(Form. *Sympegma regelii*)
			26.鹰爪柴荒漠(Form. *Convolvulus gortschakovii*)
			27.盐爪爪荒漠(Form. *Kalidium foliatum*)
			28.短叶假木贼荒漠(Form. *Anabasis brevifolia*)
			29.中亚紫菀木荒漠(Form. *Asterothamnus centraliasiaticus*)
			30.沙蒿荒漠(Form. *Artemisia desertorum*)
			31.黑沙蒿荒漠(Form. *Artemisia ordosica*)
			32.裸果木荒漠(Form. *Gymnocarpos przewalskii*)
			33.内蒙古旱蒿荒漠(Form. *Artemisia xerophytica*)
			34.灌木亚菊荒漠(Form. *Ajania fruticulosa*)
			35.白麻荒漠(Form. *Apocynum pictum*)
			36.红砂+珍珠柴荒漠(Form. *Reaumuria songarica*+*Caroxylon passerinum*)
			37.红砂+盐爪爪荒漠(Form. *Reaumuria songarica*+*Kalidium foliatum*)
			38.红砂+泡泡刺荒漠(Form. *Reaumuria songarica*+*Nitraria sphaerocarpa*)
			39.红砂+合头藜荒漠(Form. *Reaumuria songarica*+*Sympegma regelii*)
沼泽与水生植被	Ⅵ草本与苔藓沼泽	(七)草本沼泽	40.芦苇沼泽(Form. *Phragmites australis*)

2.4 典型植物群落物种多样性特征

从物种丰富度来看，石羊河流域荒漠区典型植物群落的物种丰富度介于2.1~16.3之间(表4)，平均物种数7.6种，以红砂+泡泡刺群落物种最为丰富，为16.3种；珍珠柴+泡泡刺+尖叶盐爪爪群落次之，为14.5种；而白刺群落、合头藜群落、盐爪爪群落和

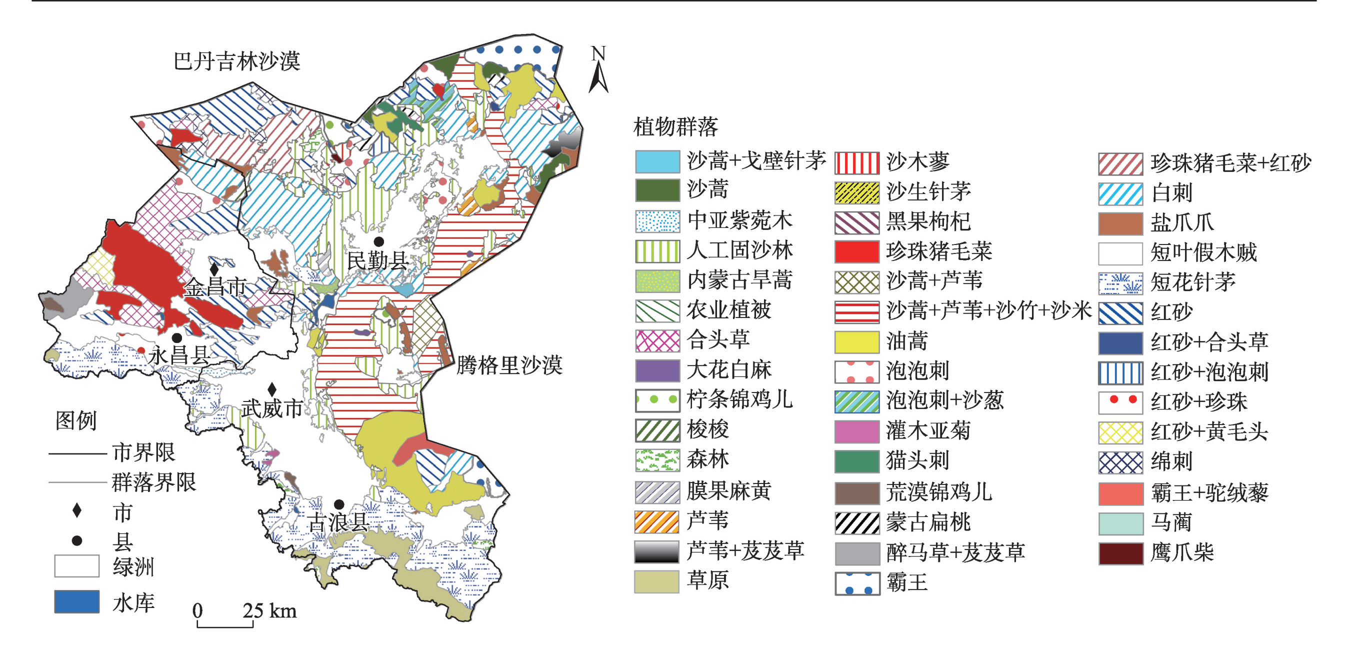


图2 石羊河流域荒漠区植被分布

Fig. 2 Vegetation distribution in the desert area of Shiyang River Basin

表2 石羊河流域荒漠区植物生活型谱

Tab. 2 Plant life form classification system in the desert area of Shiyang River Basin

生活型	木本		半木本		草本			
	乔木	灌木	半灌木	小半灌木	多年生草本	一年生草本	寄生草本	水生草本
科数	5	20	6	5	33	23	4	8
百分比/%	8.77	35.09	10.53	8.77	57.89	40.35	7.02	14.04
属数	6	27	17	9	116	88	4	10
百分比/%	2.35	10.59	6.67	3.53	45.49	34.51	1.57	3.92
种数	7	57	23	12	241	123	9	14
百分比/%	1.44	11.73	4.73	2.47	49.59	25.31	1.85	2.88

黑沙蒿群落物种数最少(2.7种、2.6种、2.1种、2.6种)。红砂+泡泡刺群落和珍珠柴+泡泡刺+尖叶盐爪爪群落物种丰富度和多样性指数高,优势种不明显;而白刺+梭梭群落和盐爪爪群落多样性指数较低,群落优势度较高。红砂+泡泡刺群落、珍珠柴+泡泡刺+尖叶盐爪爪群落和红砂+刺旋花-中亚细柄茅群落种间相遇率较高,分别为0.87、0.81和0.79;而盐爪爪群落、白刺+梭梭群落和黑果枸杞群落种间相遇率较低。流域东部基本以流动沙丘为主,植被类型以沙蒿、黑沙蒿为主,群落组成相对单一,流域北部砾质戈壁上物种丰富度、物种多样性指数等相对高于东部,而群落生态优势度则相反。种间相遇率和群落均匀度规律相似,群落优势度与多样性指数则相反。

3 讨 论

经调查统计,组成石羊河流域荒漠区植被的天然种子植物有57科255属486种,荒漠区植被有4个植被型组、7个植被亚型、40个植被群系,而乌兰布和沙漠有5个植被型组、9个植被亚型、仅有21个植被群系[15];石羊河流域跨度大,水分条件自南向北和自西向东表现出一定的差异,同时也造成了植被分布的差异性和复杂性[16]。显然,石羊河流域是我国荒漠植物及其植被类型最丰富的地区之一。石羊河流域地处祁连山地、荒漠和绿洲的生态交错带以及腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠交汇地带,这为孕育丰富的荒漠植被类型提供了重要的环境基础。

石羊河流域荒漠区植被组成植物以多年生草

表3 石羊河流域典型植物群落数量特征

Tab. 3 Quantative characteristics of typical plant communities in Shiyang River Basin

编号	植物群落类型	优势种	种群密株/hm²	种群高度/cm	种群冠幅/cm²	种群盖度/%	种群重要值	群落盖度/%
1	柠条锦鸡儿-沙生针茅群落	柠条锦鸡儿(*Caragana korshinskii*)	840.0±56.3	150.0±6.7	25553.3±2122.6	14.6±0.9	0.48±0.03	29.8±1.8
		沙生针茅(*Stipa caucasica*)	10000.0±927.6	24.0±1.7	1438.9±124.3	14.4±1.2	0.38±0.07	
2	白刺群落	白刺(*Nitraria tangutorumi*)	260.0±11.8	68.9±4.8	174383.4±15428.6	12.0±0.8	0.69±0.06	12.5±1.1
3	黑果枸杞群落	黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)	12233.3±489.4	20.5±2.1	638.1±42.1	2.9±0.1	0.77±0.12	3.4±0.3
		尖叶盐爪爪(*Kalidium cuspidatum*)	1400.0±98.6	18.5±1.7	561.9±43.8	0.4±0.1	0.19±0.06	
4	内蒙古旱蒿群落	内蒙古旱蒿(*Artemisia xerophytica*)	25266.7±212.3	18.3±1.7	605.1±51.2	6.8±0.7	0.63±0.08	7.0±0.2
5	膜果麻黄+沙拐枣群落	膜果麻黄(*Ephedra przewalski*)	840.0±42.6	46.7±2.4	14747.5±1377.6	4.5±0.3	0.29±0.11	8.0±0.3
		沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)	460.0±22.3	30.4±3.1	1281.8±124.6	2.2±0.2	0.21±0.08	
6	(霸王)-沙生针茅群落	霸王(*Zygophyllum xanthoxylum*)	1133.3±89.6	50.4±3.4	6332.1±421.4	0.6±0.1	0.17±0.04	9.0±0.4
		沙生针茅(*Stipa caucasica*)	73000.0±1569.8	4.8±0.2	77.2±6.1	6.2±0.4	0.47±0.06	
7	白刺+梭梭群落	白刺(*Nitraria tangutorumi*)	1000.0±67.5	68.8±3.7	24664.8±1788.6	7.7±0.5	0.41±0.08	9.1±0.4
		梭梭(*Haloxylon ammodendron*)	220.0±11.2	105.7±8.6	12409.5±1124.2	1.4±0.4	0.23±0.07	
8	沙木蓼群落	沙木蓼(*Atraphaxis bracteata*)	27300.0±1493.4	64.4±4.7	2356.1±136.7	9.8±0.7	0.55±0.09	10.3±1.0
9	(猫头刺)-沙生针茅群落	猫头刺(*Oxytropis aciphylla*)	17066.7±1394.8	11.4±1.1	321.5±18.4	1.0±0.4	0.24±0.11	5.0±0.2
		沙生针茅(*Stipa caucasica*)	40000.0±2366.7	8.5±0.7	61.2±4.6	2.8±0.3	0.41±0.12	
10	泡泡刺+白刺群落	泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)	1850.0±112.4	24.6±1.1	6835.9±482.4	8.2±0.4	0.43±0.11	12.3±0.7
		白刺(*Nitraria tangutorumi*)	166.7±12.7	24.6±1.3	14378.2±1137.4	1.2±0.3	0.17±0.06	
11	驼绒藜-戈壁针茅群落	驼绒藜(*Krascheninnikovia ceratoides*)	4100.0±223.4	39.5±2.3	3075.5±312.4	9.5±0.6	0.33±0.07	15.1±0.9
		戈壁针茅(*Stipa tianschanica*)	26666.7±1728.3	5.6±0.3	111.9±8.3	3.1±0.2	0.24±0.03	
12	绵刺+珍珠柴群落	绵刺(*Potaninia mongolica*)	5120.0±431.4	17.3±1.2	1719.7±152.3	2.8±0.2	0.31±0.03	6.0±0.3
		珍珠柴(*Caroxylon passerinum*)	4480.0±328.6	16.7±1.5	766.7±43.5	1.7±0.4	0.26±0.07	
13	红砂+刺旋花-中亚细柄茅群落	红砂(*Reaumuria songarica*)	22260.0±1782.4	28.3±2.1	1886.1±144.7	23.9±1.1	0.34±0.06	31.6±1.6
		刺旋花(*Convolvulus tragacanthoides*)	2150.0±177.2	13.7±1.1	1244.2±89.6	3.6±0.2	0.10±0.02	
		中亚细柄茅(*Ptilagrostis pelliotii*)	42500.0±2367.4	34.8±1.8	1007.7±67.4	2.1±0.2	0.13±0.03	
14	珍珠柴+泡泡刺+尖叶盐爪爪群落	珍珠柴(*Caroxylon passerinum*)	7733.3±423.4	18.9±2.0	799.5±66.2	2.6±0.2	0.32±0.04	5.0±0.2
		泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)	2533.3±211.3	17.0±1.6	1169.3±68.9	1.3±0.1	0.15±0.06	
		尖叶盐爪爪(*Kalidium cuspidatum*)	1600.0±197.4	16.2±0.9	1087.3±82.4	0.8±0.1	0.11±0.02	
15	合头藜群落	合头藜(*Sympegma regelii*)	20000.0±1760.4	23.3±1.2	392.5±26.3	7.9±0.6	0.58±0.03	8.9±0.7
16	(鹰爪柴)-骆驼蒿+沙生针茅群落	鹰爪柴(*Convolvulus gortschakovii*)	21933.3±1781.4	10.6±1.2	273.9±16.7	0.7±0.1	0.10±0.02	12.2±0.6
		骆驼蒿(*Peganum nigellastrum*)	30333.3±2444.5	6.3±0.6	12.1±0.8	3.7±0.3	0.27±0.12	
		沙生针茅(*Stipa caucasica*)	13333.3±986.3	6.2±0.3	36.7±1.8	4.0±0.3	0.18±0.03	
17	盐爪爪群落	盐爪爪(*Kalidium foliatum*)	8300.0±678.4	27.7±1.4	2694.7±134.6	21.6±1.1	0.86±0.04	21.8±1.7
18	短叶假木贼+红砂群落	短叶假木贼(*Anabasis brevifolia*)	42033.3±3421.4	6.0±0.9	1046.0±45.6	0.7±0.2	0.45±0.03	3.2±0.2
		红砂(*Reaumuria songarica*)	1866.7±142.6	16.7±1.1	35385.5±2449.6	0.6±0.1	0.31±0.06	
19	中亚紫菀木群落	中亚紫菀木(*Asterothamnus centraliasiaticus*)	25500.0±2114.9	30.5±1.9	44217.4±2887.6	17.4±1.2	0.73±0.07	47.2±2.7
20	沙蒿+黑沙蒿群落	沙蒿(*Artemisia desertorum*)	3040.0±265.7	53.9±3.8	4865.1±366.7	1.5±0.2	0.33±0.08	6.4±0.3
		黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)	2320.0±178.6	45.5±2.8	2102.0±168.9	1.4±0.3	0.26±0.04	
21	黑沙蒿群落	黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)	4400.0±361.4	68.0±4.7	566.9±42.2	21.3±1.7	0.80±0.03	21.4±1.7
22	红砂+珍珠柴群落	红砂(*Reaumuria songarica*)	6666.7±488.3	16.2±1.3	1046.0±76.4	0.6±0.1	0.31±0.07	5.0±0.3
		珍珠柴(*Caroxylon passerinum*)	6233.3±271.4	13.3±1.1	35385.5±2356.6	0.6±0.1	0.23±0.08	
23	红砂+泡泡刺群落	泡泡刺(*Nitraria sphaerocarpa*)	1333.3±56.9	22.1±1.6	5779.6±374.8	2.8±0.3	0.30±0.04	7.1±0.4
		红砂(*Reaumuria songarica*)	1333.3±47.8	25.4±1.4	2490.5±198.6	2.3±0.4	0.29±0.06	
24	黑沙蒿-芦苇群落	黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)	2480.0±137.6	62.5±2.3	9115.7±121.4	14.7±0.5	0.30±0.07	34.5±2.1
		芦苇(*Phragmites australis*)	15000.0±1369.4	49.5±2.4	294.4±13.6	13.8±0.6	0.25±0.06	
25	(黑沙蒿)-蒙古韭群落	黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)	3520.0±264.5	47.1±2.1	5305.6±239.7	6.6±0.3	0.19±0.04	27.7±2.6
		蒙古韭(*Allium mongolicum*)	92000.0±6754.3	23.7±2.2	251.9±14.9	17.3±1.7	0.32±0.03	

表4 石羊河流域荒漠区典型植物群落物种多样性指数

Tab. 4 Species diversity index of typical plant communities in the desert area of Shiyang River Basin

编号	植物群落类型	物种丰富度	Simpson 多样性指数	Shannon-Wiener 多样性指数	种间相遇率	Pielou 均匀度	群落生态优势度
1	柠条锦鸡儿-沙生针茅群落（*Caragana korshinskii*-*Stipa caucasica*）	5.8±0.6	0.29±0.09	0.55±0.12	0.29±0.07	0.34±0.07	0.71±0.06
2	白刺群落（*Nitraria tangutorumi*）	2.7±0.1	0.23±0.07	0.39±0.22	0.25±0.03	0.57±0.08	0.77±0.05
3	黑果枸杞群落（*Lycium ruthenicum*-*Kalidium cuspidatum*）	4.6±0.3	0.22±0.04	0.44±0.18	0.22±0.02	0.32±0.09	0.78±0.04
4	内蒙古旱蒿群落（*Artemisia xerophytica*）	5.3±0.4	0.74±0.11	1.41±0.22	0.74±0.12	0.88±0.17	0.26±0.04
5	膜果麻黄+沙拐枣群落（*Ephedra przewalski*+*Calligonum mongolicum*）	8.4±0.6	0.58±0.21	1.03±0.19	0.58±0.13	0.50±0.12	0.42±0.07
6	（霸王）-沙生针茅群落（(*Zygophyllum xanthoxylum*)-*Stipa caucasica*）	6.2±0.5	0.39±0.07	0.85±0.17	0.40±0.14	0.47±0.03	0.61±0.07
7	白刺+梭梭群落（*Nitraria tangutorumi*+*Haloxylon ammodendron*）	6.5±0.3	0.21±0.03	0.46±0.09	0.22±0.07	0.26±0.07	0.79±0.06
8	沙木蓼群落（*Atraphaxis bracteata*）	9.7±0.4	0.69±0.07	1.40±0.30	0.69±0.04	0.64±0.12	0.31±0.07
9	猫头刺-沙生针茅群落（*Oxytropis aciphylla*-*Stipa caucasica*）	4.3±0.2	0.47±0.13	0.78±0.10	0.47±0.12	0.57±0.04	0.53±0.03
10	泡泡刺+白刺群落（*Nitraria sphaerocarpa*+*Nitraria tangutorumi*）	9.2±0.7	0.44±0.18	0.99±0.20	0.44±0.09	0.45±0.08	0.56±0.02
11	驼绒藜-戈壁针茅群落（*Krascheninnikovia ceratoides*-*Stipa tianschanica*）	7.2±0.4	0.56±0.12	1.10±0.24	0.56±0.11	0.56±0.06	0.44±0.08
12	绵刺+珍珠柴群落（*Potaninia mongolica*+*Caroxylon passerinum*）	5.2±0.2	0.71±0.14	1.38±0.31	0.72±0.12	0.86±0.07	0.29±0.08
13	红砂+刺旋花-中亚细柄茅群落（*Reaumuria songarica*+*Convolvulus tragacanthoides*-*Ptilagrostis pelliotii*）	10.1±1.0	0.79±0.22	1.71±0.22	0.79±0.11	0.74±0.08	0.21±0.03
14	珍珠柴+泡泡刺+尖叶盐爪爪群落（*Caroxylon passerinum*+*Nitraria sphaerocarpa*+*Kalidium cuspidatum*）	14.5±1.2	0.81±0.07	1.95±0.24	0.81±0.14	0.74±0.11	0.19±0.03
15	合头藜群落（*Sympegma regelii*）	2.6±0.2	0.24±0.08	0.41±0.17	0.25±0.07	0.59±0.09	0.76±0.11
16	（鹰爪柴）-骆驼蒿+沙生针茅群落（(*Convolvulus gortschakovii*)-*Peganum nigellastrum*+*Stipa caucasica*）	11.3±1.8	0.71± 0.07	1.62±0.09	0.71±0.06	0.68±0.06	0.29±0.02
17	盐爪爪群落（*Kalidium foliatum*）	2.1±0.2	0.21±0.11	0.36±0.07	0.21±0.03	0.52±0.14	0.79±0.04
18	短叶假木贼+红砂群落（*Anabasis brevifolia*+*Reaumuria songarica*）	8.2±0.8	0.76±0.14	1.61±0.16	0.76±0.11	0.77±0.12	0.24±0.04
19	中亚紫菀木群落（*Asterothamnus centraliasiaticus*）	12.7±1.1	0.73±0.14	1.66±0.19	0.73±0.06	0.67±0.19	0.27±0.06
20	沙蒿+黑沙蒿群落（*Artemisia desertorum*+*Artemisia ordosica*）	4.3±0.4	0.63±0.07	1.14±0.22	0.63±0.09	0.82±0.11	0.37±0.08
21	黑沙蒿群落（*Artemisia ordosica*）	2.6±0.2	0.42±0.06	0.62±0.13	0.43±0.12	0.89±0.09	0.58±0.07
22	红砂+珍珠柴群落（*Reaumuria songarica*+*Caroxylon passerinum*）	13.1±1.9	0.62±0.03	1.25±0.11	0.62±0.09	0.49±0.14	0.38±0.03
23	红砂+泡泡刺群落（*Reaumuria songarica*+*Nitraria sphaerocarpa*）	16.3±1.2	0.87±0.02	2.23±0.37	0.87±0.22	0.81±0.07	0.13±0.02
24	黑沙蒿-芦苇群落（*Artemisia ordosica*-*Phragmites australis*）	6.4±0.8	0.81±0.04	1.69±0.21	0.78±0.21	0.94±0.05	0.19±0.02
25	（黑沙蒿）-蒙古韭群落（(*Artemisia ordosica*)-*Allium mongolicum*）	8.2±1.1	0.63±0.06	1.26±0.21	0.63±0.17	0.61±0.04	0.37±0.05

本占有绝对优势，达到总物种数的49.59%，灌木植物和一年生草本分别占到总物种数的25.31%和18.93%，乔木和水生草本数量较少，石羊河流域荒漠区具有典型的荒漠化草原植被特征。王蒙等研究表明巴丹吉林沙漠周边物种组成为灌木>多年生草本>一年生草本[17]，表明灌木植物是干旱区主要的建群种，是决定群落是否稳定的关键，属于稳定层片；多年生草本和一年生草本数量接近，一年生草本随着降雨量变化而变化，对群落稳定性贡献较小[13]，属于不稳定层片。因此，在荒漠区灌木植物对于群落的稳定性起到关键作用，灌木植物数量的多少决定了群落的稳定程度。

植被及其多样性分布受自身生态适应性决定，也受到气候等环境因子以及人为干扰等外界因素

的影响[18-19]。胡秀芳等研究表明，石羊河流域物种分布不均，上游祁连山生物多样性维持功能最好，其次是中游平原地区，下游的荒漠区生物多样性维持功能最差[20]。物种多样性总体呈现西高东低、南高北低的特点[21-22]。物种丰富度随着盐碱地、沙地、砾质地和低山依次增大，群落的立地条件是群落物种多样性的主导因子[23-24]，流域西部砾质地上植被类型相对丰富，多样性指数较高。石羊河流域南部祁连山降雨量大、温度适宜、地下水充足[25-26]，而逐渐向流域北部降水量减少[24]，温度升高，地下水与地表径流减少，不利于植被生长[27]。本研究发现，在石羊河流域荒漠区植被及其物种多样性也存在明显空间差异性，降水较低的流域北部和西部戈壁沙漠交错分布，尤其是戈壁和山前洪积扇植被相对丰富，多样性指数较高，而降水较多的东部流沙分布广泛，植被类型相对单一，多样性指数也较低。可见，石羊河流域荒漠区植被分布与立地条件有着密切关系，这与前人得出的观点一致。总体上，石羊河流域荒漠区群落结构简单，物种少，则多样性指数低，种间相遇率低。因此，特殊的地理环境和气候特点造就了石羊河流域荒漠区植被分布及物种组成特征，群落结构简单、物种组成相对单一、植被分布不均，充分体现了荒漠植被特征。

由于对水土资源的长期过度利用，石羊河流域成为我国退化最严重的区域之一，严重威胁荒漠植被及其植物资源可持续发展[28]。在这种极端环境下，对于石羊河流域尤其北部和东部荒漠植被及其物种多样性保护以及生态恢复建设更是刻不容缓。今后要进一步加强荒漠植被及其生境的科学保护，逐渐恢复已经退化的水文环境，提升荒漠生态系统的稳定性、多样性和持续性，从根本上改变石羊河流域生态环境被动的治理局面，在减缓腾格里和巴丹吉林沙漠合拢、筑牢西部生态安全屏障中发挥关键作用。

4 结 论

本研究基于石羊河流域遥感数据和实地植被调查基础之上，绘制了荒漠植被分布图，分析了典型荒漠区植物群落数量特征和多样性，主要结论如下：

（1）石羊河流域荒漠区植被可划分为4个植被型组、6个植被型、7个植被亚型、40个植被群系，北部和西部戈壁及山前洪积扇植被相对丰富，东部流沙区植被类型相对单一。

（2）石羊河流域荒漠植被组成植物共有57科255属486种，多年生草本植物优势明显，但灌木植物常为群落建群种，属于群落稳定层，而一年生草本数量受降水影响较大，属于群落不稳定层。

（3）石羊河流域典型荒漠区植物群落层片结构简单，多由灌木、半灌木层片和草本植物层片组成，群落盖度、物种丰富度和多样性指数较低，这与石羊河流域恶劣的生态环境相一致。

（4）生境条件决定了石羊河流域北部和西部物种丰富度、Simpson指数、Shannon-Wiener指数、种间相遇率等均高于东部，而群落生态优势度低于东部。因此，要加强石羊河流域荒漠植被的保护修复，以维持生态系统多样性、稳定性和持续性。

参考文献（References）

[1] 张华, 张玉红, 张改改. 民勤绿洲青土湖植被优势种地上生物量估算[J]. 干旱区地理, 2020, 43(1): 201-210. [Zhang Hua, Zhang Yuhong, Zhang Gaigai. Aboveground biomass estimation of the dominant species of vegetation in the Qingtu Lake at Minqin Qasis [J]. Arid Land Geography, 2020, 43(1): 201-210.]

[2] 李小玉, 肖笃宁. 石羊河流域中下游绿洲土地利用变化与水资源动态研究[J]. 水科学进展, 2005, 16(5): 643-648. [Li Xiaoyu, Xiao Duning. Dynamics of water resources and land use in oases in middle and lower reaches of Shiyang River watershed, northwest China[J]. Advances in Water Science, 2005, 16(5): 643-648.]

[3] 常兆丰, 韩福贵, 仲生年, 等. 石羊河下游沙漠化的自然因素和人为因素及其位移[J]. 干旱区地理, 2005, 28(2): 150-155. [Chang Zhaofeng, Han Fugui, Zhong Shengnian, et al. Natural and artificial factors and their transfer on sandy desertification of lower reaches of Shiyang River Basin[J]. Arid Land Geography, 2005, 28(2): 150-155.]

[4] 刘虎俊, 王继和, 常兆丰, 等. 石羊河下游荒漠植物区系及其植被特征[J]. 生态学杂志, 2006, 25(2): 113-118. [Liu Hujun, Wang Jihe, Chang Zhaofeng, et al. Characteristics of desert flora and vegetation in lower reach of Shiyang River Basin[J]. Chinese Journal of Ecology, 2006, 25(2): 113-118.]

[5] 王琪, 史基安, 张中宁, 等. 石羊河流域环境现状及其演化趋势分析[J]. 中国沙漠, 2003, 23(1): 46-54. [Wang Qi, Shi Ji'an, Zhang Zhongning, et al. Current situation of the environment in Shiyang River Basin and its evolutionary trends[J]. Journal of Desert Research, 2003, 23(1): 46-54.]

[6] 吴征镒. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 145-187. [Wu Zhengyi. Vegetation of China[M]. Beijing: Science Press, 1980: 145-187.]

[7] 张新时. 中国植被及其地理格局: 中华人民共和国植被图集1:100万说明书[M]. 北京: 地质出版社, 2007. [Zhang Xinshi. Vegetation and its geographic pattern in China: A 1:1 million manual for the vegetation atlas of the People's Republic of China[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2007.]

[8] 郭柯, 方精云, 王国宏, 等. 中国植被分类系统修订方案[J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 111-127. [Guo Ke, Fang Jingyun, Wang Guohong, et al. A revised scheme of vegetation classification system of China[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2020, 44(2): 111-127.]

[9] 方精云, 郭柯, 王国宏, 等.《中国植被志》的植被分类系统、植被类型划分及编排体系[J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 96-110. [Fang Jingyun, Guo Ke, Wang Guohong, et al. Vegetation classification system and classification of vegetation types used for the compilation "vegetation of China"[J]. Chinese Journal of Plant Ecology, 2020, 44(2): 96-110.]

[10] 黄大燊. 甘肃植被[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1997. [Huang Dashen. Vegetation of Gansu[M]. Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 1997.]

[11] 中国科学院内蒙古宁夏综合考察队. 内蒙古植被[M]. 北京: 科学出版社, 1985. [Integrated Expedition to Inner Mongolia and Ningxia, Chinese Academy of Sciences. Vegetation of Inner Mongolia[M]. Beijing: Science Press, 1985.]

[12] 同文轩. 甘肃草场植被与草地生态系统[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2010. [Tong Wenxuan. Grassland vegetation and grassland ecosystems in Gansu[M]. Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 2010.]

[13] 李得禄, 马全林, 张锦春, 等. 腾格里沙漠植被特征[J]. 中国沙漠, 2020, 40(4): 223-233. [Li Delu, Ma Quanlin, Zhang Jinchun, et al. Vegetation characteristics of the Tengger Desert[J]. Journal of Desert Research, 2020, 40(4): 223-233.]

[14] 汪殿蓓, 暨淑仪, 陈飞鹏. 植物群落物种多样性研究综述[J]. 生态学杂志, 2001, 20(4): 55-60. [Wang Dianbei, Ji Shuyi, Chen Feipeng. A review on the species diversity of plant community[J]. Chinese Journal of Ecology, 2001, 20(4): 55-60.]

[15] 马全林, 袁宏波, 张锦春, 等. 乌兰布和沙漠植被[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 2018: 32-36. [Ma Quanlin, Yuan Hongbo, Zhang Jinchun, et al. Vegetation in the Ulan Buh Desert[M]. Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 2018: 32-36.]

[16] 李得禄, 刘世增, 纪永福, 等. 民勤连古城自然保护区异质生境中沙木蓼群落结构及物种多样性[J]. 西北林学院学报, 2016, 31(5): 85-89, 181. [Li Delu, Liu Shizeng, Ji Yongfu, et al. Community structure and species diversity of *Atraphaxis bracteata* in Minqin Liangucheng Nature Reserve[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2016, 31(5): 85-89, 181.]

[17] 王蒙, 董治宝, 罗万银, 等. 巴丹吉林沙漠南缘植被物种多样性及其与土壤特性的关系[J]. 西北植物学报, 2015, 35(2): 379-388. [Wang Meng, Dong Zhibao, Luo Wanyin, et al. Species diversity of vegetation and its relationship with soil characteristics in the southern marginal zone of the Badain Jaran Desert[J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2015, 35(2): 379-388.]

[18] Asem S O, Roy W Y. Biodiversity and climate change in Kuwait [J]. International Journal of Climate Change Strategies and Management, 2010, 2(1): 68-83.

[19] 靳虎甲, 马全林, 何明珠, 等. 石羊河下游白刺灌丛演替过程中群落结构及数量特征[J]. 生态学报, 2013, 33(7): 2248-2259. [Jin Hujia, Ma Quanlin, He Mingzhu, et al. Analysis on community structure and quantitative characteristics of *Nitraria tangutorum* nebkhas at different succession stage in lower reaches of Shiyang River[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(7): 2248-2259.]

[20] 胡秀芳, 吴家祺, 鲁凤. 1995—2015年石羊河流域生物多样性维持服务时空格局研究[J]. 南通大学学报(自然科学版), 2018, 17(4): 42-47. [Hu Xiufang, Wu Jiaqi, Lu Feng. Spatiotemporal pattern study on biodiversity maintenance service of Shiyang River Basin in 1995—2015[J]. Journal of Nantong University (Natural Science Edition), 2018, 17(4): 42-47.]

[21] 高超, 赵军, 王玉纯, 等. 石羊河流域自然植被对生态系统服务的约束效应[J]. 生态学报, 2020, 40(9): 2851-2862. [Gao Chao, Zhao Jun, Wang Yuchun, et al. Study on the constraint effect of natural vegetation on ecosystem services in the Shiyang River Basin[J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(9): 2851-2862.]

[22] 赵鹏, 徐先英, 姜生秀, 等. 石羊河下游不同衰退程度多枝柽柳灌丛水分利用格局研究[J]. 生态学报, 2022, 42(17): 7187-7197. [Zhao Peng, Xu Xianying, Jiang Shengxiu, et al. Water utilization pattern of *Tamarix ramosissima* Ledeb. Nebkhas with different decline degrees in the lower reaches of Shiyang River[J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(17): 7187-7197.]

[23] 杜佳倩, 刘彤, 王寒月, 等. 新疆荒漠一年生植物区系组成、分布及资源类型[J]. 干旱区研究, 2022, 39(1): 185-209. [Du Jiaqian, Liu Tong, Wang Hanyue, et al. Floristic composition, distribution, and resource types of desert annual plants in Xinjiang[J]. Arid Zone Research, 2022, 39(1): 185-209.]

[24] 曾晓玲, 刘彤, 张卫宾, 等. 古尔班通古特沙漠西部地下水位和水质变化对植被的影响[J]. 生态学报, 2012, 32(5): 1490-1501. [Zeng Xiaoling, Liu Tong, Zhang Weibin, et al. Variations in groundwater levels and quality and their effects on vegetation in the western Grurbantonggut Desert[J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(5): 1490-1501.]

[25] 李丽丽, 王大为, 韩涛. 2000—2015年石羊河流域植被覆盖度及其对气候变化的响应[J]. 中国沙漠, 2018, 38(5): 1108-1118. [Li Lili, Wang Dawei, Han Tao. Vegetation cover in the Shiyang River Basin and its response to climate change from 2000—2015 [J]. Journal of Desert Research, 2018, 38(5): 1108-1118.]

[26] 戴文渊, 郭武, 郑志祥, 等. 石羊河流域水生态安全影响因子及驱动机制研究[J]. 干旱区研究, 2022, 39(5): 1555-1563. [Dai Wenyuan, Guo Wu, Zheng Zhixiang, et al. Water ecological security influence factor and driving mechanism research in Shiyang River Basin[J]. Arid Zone Research, 2022, 39(5): 1555-1563.]

[27] 叶静芸, 吴波, 贾晓红, 等. 极干旱区稀疏荒漠植被地上生物量遥感估算[J]. 干旱区地理, 2022, 45(2): 478-487. [Ye Jingyun,

Wu Bo, Jia Xiaohong, et al. Estimation of aboveground biomass of sparse desert vegetation based on remote sensing techniques in hyper-arid area[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(2): 478−487.]
[28] 魏士禹, 郭云彤, 崔亚莉, 等. 1985—2016年民勤地下水位及储变量动态特征分析[J]. 干旱区地理, 2021, 44(5): 1272−1280. [Wei Shiyu, Guo Yuntong, Cui Yali, et al. Dynamic characteristics of groundwater level and storage variables in Minqin from 1985 to 2016[J]. Arid Land Geography, 2021, 44(5): 1272−1280.]

Vegetation types, distribution and quantitative characteristics in the desert area of Shiyang River Basin

GUO Fangjun[1,2], MA Quanlin[1,3], ZHANG Jinchun[2], LI Delu[2], YUAN Hongbo[2], CHEN Fang[2], WEI Linyuan[2], ZHANG Dekui[2]

(1. College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, Gansu, China; 2. Gansu Desert Control Research Institute State Ley Laboratory of Desertification and Aeolian Sand Disaster Combating, Lanzhou 730070, Gansu, China; 3. Gansu Forestry Scientific Research Institute, Lanzhou 730020, Gansu, China)

Abstract: Desert vegetation within the Shiyang River Basin of China plays an important role in mitigating the convergence of the Badain Jaran and Tengger Deserts. It plays a vital role in maintaining the ecological security of the regional oasis. A comprehensive understanding of the types, distribution, and survival of desert vegetation in the Shiyang River Basin was pursued through a multiyear field survey aided by satellite images. This endeavor classified desert vegetation types, draw vegetation distribution maps, and analyze the quantitative characteristics of typical desert vegetation communities. These findings serve as a basis for the conservation and sustainable use of desert vegetation and its species diversity in the Shiyang River Basin. The study yielded the following key insights: (1) The Shiyang River Basin boasts diverse desert vegetation types, organized into 4 vegetation type groups, 6 vegetation types, 7 vegetation subtypes, and 40 vegetation groups. These exhibit typical desert and steppe desert characteristics. The spatial distribution of desert vegetation within the basin considerably varies. The eastern part predominantly features drifting sands and a homogeneous vegetation type, while the northern part is characterized by a rich distribution of Gobi areas interspersed with different vegetation types and species composition. (2) The species composition of desert vegetation in the Shiyang River Basin is considerably rich, encompassing 486 species in 255 genera of 57 families, mainly consisting of temperate desert plants, perennial herbs, annual herbs, and shrubs, accounting for 49.59%, 25.31%, and 18.93% of the total number of species, respectively. The desert vegetation structure in the Shiyang River Basin is simple, with shrubs and semi-shrubs often serving as community-building species. (3) The number of dominant species within typical plant communities in the Shiyang River Basin varies considerably. These communities exhibit species richness ranging from 2.1 to 16.3, with an average of 7.6 species. The *Reaumuria songarica*+*Nitraria sphaerocarpa* community is the richest, with 16.3 species. Following closely is the *Caroxylon passerinum*+*Nitraria sphaerocarpa*+*Kalidium cuspidatum* community, which encompasses 14.5 species. Conversely, the *Nitraria tangutorum*, *Sympegma regelii*, *Kalidium foliatum*, and *Artemisia ordosica* communities had the lowest number of species, with 2.7, 2.6, 2.1, and 2.6 species, respectively. In summary, the Shiyang River Basin harbors diverse desert vegetation types and a rich variety of constituent species. However, community cover, species richness, and diversity index are low. Therefore, the protection and restoration of desert vegetation and its fragile habitats should be strengthened to maintain the diversity, stability, and sustainability of the desert ecosystem while harnessing its full ecological protection potential.

Key words: vegetation type; community distribution; species composition; species diversity; Shiyang River Basin